

JOLANTA KORYCKA-SKORUPA
Katedra Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego

Od danych do mapy

Część I

Zarys treści. Autorka omawia kolejne etapy przetwarzania i wizualizacji danych, które pokonuje kartograf opracowujący mapę, by dojść do form prezentacji. Rozważania w pierwszej części artykułu są oparte na zaproponowanym przez autorkę schemacie przejścia od danych do prezentacji kartograficznej. W drugiej części – z rozważań tych wyprowadzone zostaną poszczególne formy prezentacji kartograficznej.

1. Wstęp

Szybki rozwój nowych technologii i masowa komputeryzacja wyraźnie zaznaczyły się w ostatnich dziesięcioleciach niemal we wszystkich dziedzinach nauki. Ich podstawową zaletą jest znaczne przyspieszenie niegdyś bardzo pracochłonnych przekształceń i obliczeń oraz rozszerzenie możliwości graficznych.

We współczesnej kartografii komputer stał się podstawowym narzędziem służącym do opracowywania map. Umiejętnie wykorzystywany – wspomaga i znacznie usprawnia pracę autora i redaktora. Niefachowe używanie narzędzia prowadzi do efektu wprawdzie szybkiego, ale często obciążonego błędami.

Metodyka kartograficzna jest ważnym działem kartografii, w który komputery wkroczyły bardzo dynamicznie. Opisuje ona podstawowe zasady transformacji i graficznego przedstawiania danych. W niniejszym artykule podjęto próbę spojrzenia na metody prezentacji oczami autora mapy i określenia warunków, jakie muszą być spełnione, by zbiór danych przekształcić w celową prezentację graficzną.

2. Pojęcie metody i formy prezentacji

Określenie *metoda* nieodłącznie towarzyszy wielu dziedzinom naukowym i bardzo często po-

jawia się w różnych publikacjach. Według *Nowej encyklopedii powszechnej PWN* (1995–1999) *metoda* to: „sposób postępowania, świadomy i powtarzalny wybór działania; (...) zespół celowych czynności i środków, w szczególności prowadzących do wykonania określonego zadania lub rozwiązania danego problemu” (T. 4, s. 178).

W przedstawionej definicji zaakcentowano możliwość powtarzania danego sposobu postępowania. Jest to zatem cecha *metody*, dzięki której pewne sprawdzone postępowania mogą być powtarzane, aby osiągnąć zamierzony cel.

W metodyce kartograficznej określenie *metoda* bywa stosowane w dwóch znaczeniach: jako sposób postępowania oraz jako efekt tego postępowania. W polskiej literaturze kartograficznej termin *metoda prezentacji kartograficznej* dość mocno się już zakorzenił (J. Szaflarski 1965, W. Grygorenko 1970, L. Ratajski 1989). Wszyscy wymienieni autorzy piszą o metodach prezentacji mając na myśli niekiedy sposób postępowania, innym znów razem efekt, czyli mapę.

J. Paślowski (1970) rozróżnił sposób postępowania i efekt, nazywając je odpowiednio *metodą* i *formą*. Dla uporządkowania tej terminologii w niniejszym opracowaniu użyto dwóch różnych terminów na określenia sposobu postępowania i efektu, czyli mapy.

Forma prezentacji jest graficznym wyrazem przedstawienia na mapie rzeczywistości, opisanej przez zbiór prezentowanych danych. Pozwala ona na przekazanie informacji o rozmieszczeniu prezentowanych obiektów i zjawisk. Intuicyjnie wiadomo, że *forma prezentacji* to obraz graficzny, pewien „wygląd zewnętrzny” nadany określonej zbiorowi danych. Na *metodę prezentacji* składają się pewne operacje przeprowadzone na zbiorze danych, prowadzące do otrzymania

METODA PREZENTACJI



Ryc. 1. Od danych do form prezentacji kartograficznej
Fig.1. From data to cartographic presentation form

mapy – formy prezentacji. Mianem *metody prezentacji* określono sposób postępowania. Gotowy efekt tego postępowania, czyli mapę, na której daną metodę zastosowano, nazwano *formą prezentacji*.

Za przyjęciem takiej terminologii przemawia nie tylko potrzeba jej uporządkowania, ale też fakt, iż nie zawsze, gdy mamy do czynienia z nową *metodą prezentacji* – w znaczeniu postępowania – towarzyszy jej nowa *forma*. Wystarczy przyrzeć się metodzie dazymetrycznej i metodzie kartogramu. *Formy* prezentacji w obu tych przypadkach są bardzo podobne. Są to rozkolorowane powierzchnie. Wprawdzie różnią się one polami odniesienia, jednak wywnioskowanie tego na podstawie mapy wymaga pewnej wiedzy (np. znajomości przebiegu granic administracyjnych na danym terenie) i dla nie wprawionego czytelnika mapy może być dość trudne. Sposób postępowania w obu wymienionych przypadkach jest różny: w kartogramie poszczególne pola odniesienia (np. jednostki administracyjne) kwalifikowane są do konkretnych klas, wydzielonych ze względu na wielkość prezentowanego zjawiska, natomiast w metodzie dazymetrycznej wyznacza się pola uznane za jednorodne z punktu widzenia danej cechy i można to robić w różny sposób, a więc stosując różne *metody* (W. Spallek 2002).

W praktyce *metoda* i *forma* są nierozłączne. Nie można bowiem mówić o *formie prezentacji*, do której nie prowadziła jakaś *metoda prezentacji*. Nie można też mówić o *metodzie prezentacji kartograficznej*, jeśli jej efektem nie jest *forma prezentacji*. Istotą kartografii jest bowiem mapa, czyli *forma*. Wspomniane rozróżnienie nie tylko porządkuje terminologię kartograficzną, ale ułatwi dalsze rozważania.

3. Od danych do prezentacji

Zatrzymując się nad *metodą* i jej efektem – *formą prezentacji* warto prześledzić proces przejścia od danych do prezentacji i określić właściwości, jakie powinien posiadać obraz graficzny, by można było nazwać go *formą prezentacji* i powiedzieć, że do jego opracowania zastosowano konkretną *metodę prezentacji*. O procesie przechodzenia od danych do prezentacji i operowania danymi pisał już wielu autorów, m. in. M.J. Kraak (1998), A. H. Robinson i współautorzy (1978, 1988).

3.1 Dane wyjściowe i przetworzone

Dane stanowią punkt wyjścia przy opracowaniu każdej mapy. Dane „zdobyte” na potrzeby konkretnej prezentacji, pomierzone, albo zaczerpnięte z bazy danych, rocznika, spisu lub z innych map można określić mianem danych wyjściowych (ryc. 1). Droga od danych do postaci graficznej wiedzie przez szereg procesów, w trakcie których następuje „przetłumaczenie” danych na język kartograficzny. Często dane wyjściowe należy dostosować do wymagań konkretnej prezentacji, w odpowiedni sposób je przetwarzając. Po tych przekształceniach mamy do czynienia ze zbiorem danych przetworzonych. Etap przetwarzania danych nazywano transformacjami. Po przygotowaniu danych do prezentacji następuje drugi etap – wizualizacja, czyli unaocznienie, nadanie danym postaci graficznej.

3.2 Transformacje

Etap transformacji pozwala dostosować dane do potrzeb wizualizacji. Jeśli danych nie trzeba przetwarzać, etap ten może zostać pominięty. Na tym etapie redaktor może, w zależności od celu

Tablica 1. Poziomy pomiarowe

J. Bertin (1983)	P.C. Muehrcke (1976) B.D. Dent (1993) K.C. Clarke (1995)	P.H. Lindsay D.A. Norman (1984)	I. Frączek (1981)
jakościowy (upodobniający i różnicujący)	nominalny	nominalny	nominalny klasyfikacyjny
porządkowy	porządkowy	porządkowy	porządkowy
ilościowy	interwałowy ilorazowy	interwałowy ilorazowy absolutny	interwałowy ilorazowy absolutny

mapy, zdecydować o podjęciu takich transformacji, jak poziomy pomiarowy, sposób odniesienia danych (punktowe, liniowe i powierzchniowe) i ich charakter (dane względne, dane bezwzględne) oraz sposób ujęcia danych (ciągły, skokowy).

3.2.1. Poziomy pomiarowy

Dane, które mają być zaprezentowane na mapie, są pomierzone, a następnie wyrażone w sposób, który odpowiada jednemu z poziomów pomiarowych. Koncepcja skal pomiarowych została wprowadzona przez amerykańskiego psychologa S. S. Stevensa (1951) do nauk społecznych w latach pięćdziesiątych. Zakwestionowano wówczas pomiar fizyczny jako jedyny wzorzec pomiaru uzasadniając, że nie wyczerpuje on wszystkich możliwości charakteryzowania rzeczywistości. W ujęciu S. S. Stevensa pomiar to przyporządkowanie zjawiskom liczb-miar zgodnie z regułami umożliwiającymi oddanie relacji między zjawiskami.

W kartografii dzięki koncepcji skal pomiarowych zwrócono uwagę na możliwość pomiarzenia tego, co wcześniej uznawano za niemierzalne (np. określenie na podstawie mapy korelacji dwóch zjawisk, przedstawionych różnymi formami prezentacji kartograficznej) oraz na różnicowanie danych według zastosowanego poziomu pomiaru. Dotychczasowy podział danych na jakościowe i ilościowe stracił swoje znaczenie. Zagadnienie poziomów pomiarowych w kartografii omówiono m.in. w podręczniku A. H. Robinsona i współ-

autorów (1995) oraz w artykułach K.-T. Chang (1976, 1978). W polskiej literaturze na temat skal pomiarowych w kartografii pisali I. Frączek (1981), A. Czerny (1987), A. Czerny, I. Frączek (1983) oraz W. Żyszkowska (2000).

Skale pomiarowe różnią się między sobą funkcją pomiarową, czyli sposobem przyporządkowania znaków (np. liczb) mierzonym wartościom. Różni autorzy podają różną liczbę poziomów. Najmniej, bo tylko trzy poziomy pomiarowe (jakościowy, porządkowy i ilościowy) znaleźć można w pracy J. Bertina (1973, 1983). Cztery poziomy pomiarowe (nominalny, porządkowy, interwałowy i ilorazowy) wymienili P. C. Muehrcke (1976), B. D. Dent (1993) oraz K. C. Clarke (1995). W pracy P. H. Lindsaya i D. A. Normana (1984) z zakresu psychologii wyróżniono pięć poziomów pomiarowych (dodano poziom absolutny, jako najwyższy), zaś I. Frączek (1981), powołując się na pracę P. Suppesa i J. L. Zinnesa (1963), pisała aż o sześciu poziomach pomiarowych. Wymienione przez cytowanych autorów poziomy pomiarowe zostały zestawione w tablicy 1.

W ostatnich latach pojawiły się próby rozbudowywania klasyfikacji poziomów pomiarowych. Najobszerniejszą klasyfikację zaproponował D. Forrest (1999). Pisał on o 13 różnych poziomach pomiarowych¹, a następnie aż o 20 ich wydzieleniach.

¹ D. Forrest powoływał się wówczas na pracę N. R. Chrismana (1998) zamieszczoną w *Literaturze*.

W niniejszym opracowaniu koncepcja poziomów pomiarowych omówiona zostanie na podstawie najbardziej rozbudowanej spośród wymienionych w tablicy 1 klasyfikacji poziomów pomiarowych (wg I. Frączek).

Najniższym, z punktu widzenia potrzeb pomiaru, poziomem jest poziom nominalny. Skala pomiarowa wyrażona na tym poziomie służy tylko identyfikacji poszczególnych zjawisk, bowiem jedynymi relacjami tu zachodzącymi są relacje podobieństwa i różności. W kartografii poziom nominalny jest często stosowany, ponieważ pozwala za pomocą symbolu lub nazwy identyfikować państwa, miasta, rzeki itp. Ten sposób pomiaru przyporządkowuje jednemu znakowi jeden obiekt i odwrotnie, zatem zastosowany znak (liczba, litera) ma jedynie znaczenie odróżniające (np. numery szkół na planie miasta).

Inne właściwości zjawisk wyraża poziom klasyfikacyjny. Funkcja pomiarowa na tym poziomie (podobnie jak w poprzednim przypadku) każdemu obiektowi przyporządkowuje jeden i tylko jeden znak lub liczbę. Relacja ta, w przeciwieństwie do poziomu nominalnego, nie musi zachodzić w drugą stronę. Każdemu zjawisku przypisuje się znak (cyfrę, literę lub liczbę) oznaczający przynależność do jednej z wzajemnie wykluczających się grup (np. numery linii autobusowych, a w kartografii kategorie użytków na mapie użytkowania ziemi, wyróżnienia litologiczne i glebowe). Zastosowanie skali pomiarowej wyrażone na poziomie klasyfikacyjnym umożliwia użycie do pomiaru zdarzeń niektórych wskaźników statystycznych (liczebności, procenty).

Kolejnym poziomem pomiarowym jest poziom porządkowy. Pozwala on na porządkowanie mierzonych elementów oraz następnie na grupowanie ich w uporządkowane, wzajemnie wykluczające się klasy. Każdy element ma w danej grupie ściśle określoną pozycję. Na tym poziomie można stwierdzić, że poszczególny element jest „większy” lub „mniejszy”, bardziej lub mniej „ważny”, ale nie można określić jego konkretnej wartości. Przykładami mogą być klasyfikacja granic (np. granica państwa, województwa, powiatu, gminy), bonitacja gleb, podziały strygraficzne (o ile przy ich opisie nie operuje się wiekiem). Elementy pomierzone na poziomie porządkowym nie są opisywane wartościami liczbowymi, dlatego do ich wyrażenia lepiej używać oznaczeń literowych niż cyfrowych. Jedynie cyfry rzymskie są odbierane jako znaki pokazujące relacje między klasami. Nie jesteśmy bowiem przyzwyczajeni do przeprowadzania na nich operacji matematycznych. Zastosowanie cyfr arab-

skich sprawia, że osoba czytająca mapę może ją nadinterpretować, odczytując związki między cyframi, które na tym poziomie pomiarowym mają tylko rozróżnić i wskazać kolejność mierzonych elementów.

Na kolejnym poziomie pomiarowym zastosować można skalę interwałową. Pozwala ona na „przyjęcie jednego z punktów skali za punkt zerowy oraz pewnej standardowej odległości między dwoma dowolnymi punktami za jednostkę miary” (I. Frączek 1981). Równym różnicom między wartościami zjawiska odpowiadają równe różnice między liczbami przyporządkowanymi tym wartościom. Na tej podstawie możemy wnioskować jedynie o względnej różnicy, nie możemy natomiast nic powiedzieć o wartościach absolutnych. Przykładami są skale pomiaru temperatury (oprócz skali Kelvina), kalendarze stosowane w różnych krajach i epokach historycznych, pomiar wysokości. Zastosowanie tej skali w kartografii wyraża się np. przez położenie określone w układzie współrzędnych geograficznych (gdy południk zerowy i równik przyjmujemy za początek układu) lub przez podawanie wysokości bezwzględnej (gdy za punkt początkowy przyjmujemy umownie ustalony poziom).

Skala wyrażona na poziomie ilorazowym ma wszystkie właściwości skali interwałowej. Ponadto przyjmuje się tu istnienie „naturalnego punktu zerowego”, w którym brak jest mierzonych wielkości. Przykładami są pomiary długości, ciśnienia atmosferycznego, temperatury w skali Kelvina, opadu, wielkości produkcji stali lub zbioru zbóż.

Cechami charakterystycznymi poziomu absolutnego są „naturalny” punkt zerowy oznaczający, podobnie jak w przypadku skali ilorazowej, brak zjawiska oraz „naturalna” jednostka, którą jest każdy pojedynczy element mierzonych zbioru. Ten rodzaj skali pomiarowej wykorzystuje się do pomiaru np. liczby ludności. Nie ma tu swobody doboru liczb reprezentujących poszczególne zjawiska (trzy osoby może reprezentować cyfra 3).

Przy użyciu omówionych poziomów pomiarowych możliwe jest dokonywanie pomiaru badanego zbioru na różnym poziomie szczegółowości. Stosując skalę absolutną można podać liczbę poszczególnych elementów mierzonych zbioru, używając skali ilorazowej można określić stosunek liczbowy między elementami, zaś w przypadku skali interwałowej – różnicę między elementami. Wszystkie te informacje mają charakter ilościowy. Na poziomie porządkowym można podać kolejność elementów, zaś na poziomie ja-

kościowym – pogrupować elementy identyczne lub tylko rozróżnić poszczególne elementy.

Dane wyrażone na każdym z omówionych poziomów można zredukować do poziomu niższego. Nie można ich natomiast „wzmocnić”, a więc nie można przejść na „wyższy” poziom pomiarowy. Wspomniane zredukowanie poziomu pomiarowego danych odbywa się na etapie transformacji (ryc. 1), podczas dostosowywania danych do wymagań prezentacji.

Z punktu widzenia prezentacji kartograficznej wydaje się, iż liczbę poziomów pomiarowych można dość znacznie zredukować. Dane zakodowane za pomocą znaków kartograficznych na mapie można bowiem odczytać jako informacje na poziomie jakościowym, porządkowym albo ilościowym. Takie rozróżnienie wydaje się zupełnie wystarczające na potrzeby zarówno autorów map, jak i ich użytkowników (ryc. 2). Dwa najniższe poziomy pomiarowe niosą ze sobą informacje, które w kartografii uznaje się za informacje „jakościowe”. Można je zatem połączyć i umownie uznać, iż zostały wyrażone na poziomie „jakościowym”. Trzy najwyższe skale pomiarowe pozwalają na „ilościową” charakterystykę zjawiska. Zupełnie inne informacje uzyskujemy na poziomie porządkowym. Są to informacje o charakterze pośrednim, już nie „jakościowe”, ale jeszcze nie „ilościowe”.

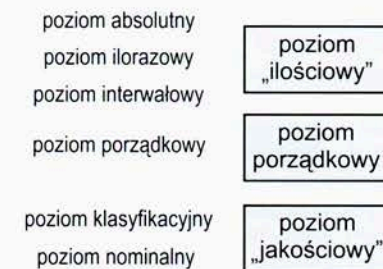
3.2.2. Sposób odniesienia danych

Kolejną cechą danych, istotną z punktu widzenia procesu przechodzenia od danych do prezentacji, jest odniesienie danych. Dane, które opisują badane zjawisko, mogą być odniesione do punktów, do linii albo do powierzchni (L. Ratajski 1989). Aby konkretny obraz graficzny można było nazwać mapą, dane te muszą być umieszczone w układzie współrzędnych geograficznych (λ, φ).

Na potrzeby konkretnej prezentacji na etapie transformacji możliwa jest zmiana odniesienia danych. Można np. dane zbierane punktowo (np. liczbę ludności) zsumować w jednostkach administracyjnych (liczba ludności w poszczególnych gminach, powiatach, województwach) lub w innych umownych jednostkach (np. liczba ludności w regularnych polach o powierzchni 100 km²).

3.2.3. Charakter danych

Inną cechą, która może zostać przetworzona na etapie transformacji, określono mianem charakteru danych. Dotyczy to jednak tylko danych



Ryc. 2. Poziomy pomiarowe stosowane w kartografii
Fig.2. Measurement levels used in cartography

wyrażonych na poziomie „ilościowym”, czyli takich, w których liczby przypisane poszczególnym elementom oddają rzeczywiste relacje wielkości poszczególnych elementów. Przez charakter danych rozumieć należy sposób, w jaki zostały one przedstawione: czy w postaci wartości absolutnych (bezwzględnych), czy w postaci ułamka (wartości względnych, odniesionych do innej wartości).

3.2.4. Sposób ujęcia danych

Sposób ujęcia danych to sposób, w jaki zostały one przygotowane do prezentacji. Może być on ciągły, gdy każda wartość zjawiska będzie reprezentowana indywidualnie lub skokowy, gdy dane zostały w jakiś sposób pogrupowane. Dane wyrażone w sposób ciągły można na etapie transformacji ująć w klasy, a więc opracować szereg rozdzielczy. Niemożliwe jest natomiast postępowanie odwrotne, bowiem wymagałoby ono uszczegółowienia materiału wyjściowego, którego autor mapy nie jest w stanie wykonać.

Dane, które mają być przedstawione na mapie, nie zawsze posiadają postać nadającą się do bezpośredniego zastosowania w planowanej prezentacji. Na etapie transformacji podejmuje się próbę ich przekształcenia, dostosowania do potrzeb prezentacji. Na tym etapie możemy również przeprowadzać generalizację: dane zbierane dla gmin można sumować w obrębie większych jednostek terytorialnych (powiatów lub województw). Można również zredukować poziom ich pomiaru: jeśli mamy dane wyrażone na poziomie ilościowym, możemy na ich podstawie opracować mapę, z której będzie można odczytać jedynie relacje porządku. Dane wyrażone w sposób ciągły możemy pogrupować w klasy, by mapa, która zostanie opracowana, była bardziej zgeneralizowana.

O generalizacji towarzyszącej powstawaniu mapy pisał W. Pawlak (1988) nazywając ją przedgraficznym stadium generalizacji kartograficznej. Zaznaczył, iż w przypadku wielu map tematycznych główne problemy generalizacyjne przypadają na bardzo wczesny etap powstawania mapy, na jej projektowanie. Wtedy bowiem następuje selekcja, porządkowanie i klasyfikacja zebranego materiału, wtedy też ustala się kryteria uogólnienia treści powstających map.

Nieczęsto zdarza się, by kartograf od razu dysponował danymi ściśle dostosowanymi do opracowywanej mapy. Etap transformacji jest więc niezwykle istotny, ponieważ pozwala na odpowiednie ich przekształcenie. Dopiero potem następuje wizualizacja, czyli nadanie im wyrazu graficznego.

3.3. Wizualizacja

Wizualizacja jest kolejnym, po transformacjach, etapem w procesie przechodzenia od danych do formy prezentacji. Na tym etapie dane przetworzone stają się prezentacją kartograficzną, obrazem graficznym. Dzieje się to za sprawą:

- odniesienia znaku graficznego,
- zmiennych graficznych,
- graficznego sposobu prezentacji,
- prawidłowo skonstruowanej legendy.

Termin „wizualizacja” nie został wprowadzony na potrzeby tego opracowania. Jest on znany od dawna, a w ostatnich latach, w dobie technik komputerowych, coraz powszechniej używany (m. in. A. MacEachren 1995; M.-J. Kraak, F. Ormeling 1996, 1998; D. Dorling, D. Fairbairn 1997; A. MacEachren, M.-J. Kraak 2001). Wizualizacja to proces, którego zadaniem jest „uwidocznianie”, „analizowanie informacji o różnego typu relacjach za pomocą grafiki” (M.-J. Kraak, F. Ormeling 1998, s. 57). W ostatnich latach pojęcie wizualizacji bywa łączone z technologią komputerową. Wizualizację określa się jako „zastosowanie technologii komputerowej do tworzenia prezentacji wizualnych, których celem jest ułatwienie rozumowania i rozwiązywania problemów”².

W tym opracowaniu użyto terminu wizualizacja w zawężonym jego znaczeniu – jako czynności, których celem jest „uwidocznianie”. Tak rozumiana wizualizacja jest kolejnym, po transformacjach, etapem w procesie przechodzenia od danych do prezentacji (ryc. 1).

² M.-J. Kraak, F. Ormeling (1998, s. 245) za: B. McCornick, T. De Fanti, M. Brown (1987).

3.3.1. Znak graficzny

Bardzo istotnym elementem wizualizacji jest wybór znaków graficznych. W literaturze kartograficznej wymienia się znaki punktowe, liniowe i powierzchniowe (L. Ratajski 1989 i in.), a niekiedy również znaki objętościowe (A. H. Robinson i współautorzy 1995 i in.). Znaki objętościowe (np. diagramy) stosowane są dość rzadko. Wyglądają one często tak samo, jak znaki powierzchniowe, chyba, że dla podkreślenia objętości autor mapy wykonał jakieś zabiegi graficzne (np. cień rzucany przez bryłę). Znaki objętościowe różnią się od powierzchniowych jedynie sposobem wyskalowania i dlatego w dalszych rozważaniach zostaną pominięte.

Znak graficzny może, ale nie musi nawiązywać do przestrzennego odniesienia danych, które przedstawia. Z reguły, ale nie zawsze, dane odniesione do powierzchni pokazywane są znakami powierzchniowymi, dane punktowe – znakami punktowymi, a liniowe – przy użyciu znaków liniowych. Każdy znak graficzny może być dodatkowo rozróżniony za pomocą zmiennych graficznych.

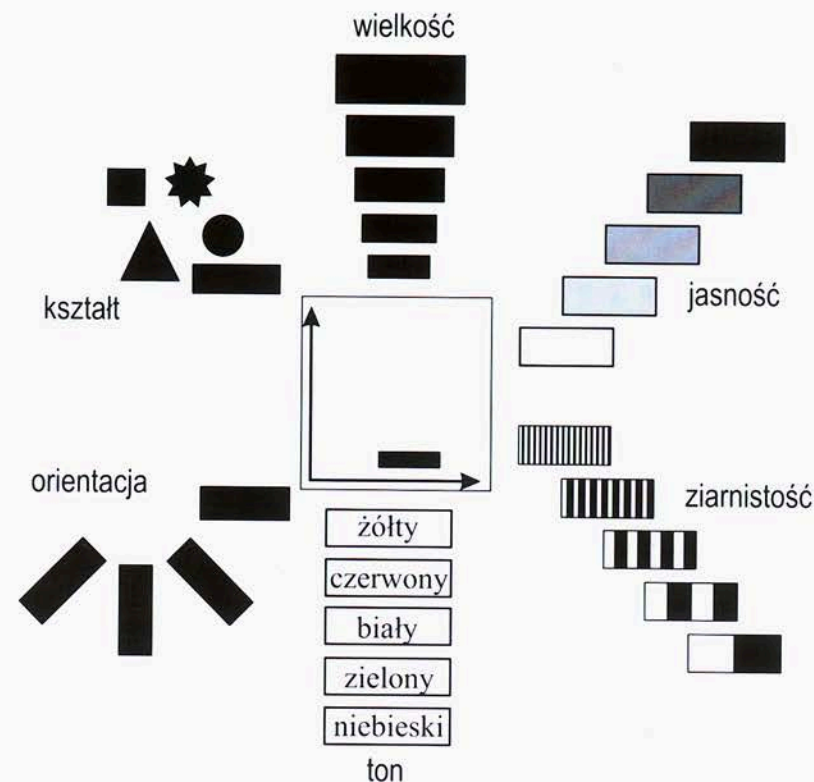
3.3.2. Zmienne graficzne

Różny poziom pomiarowy danych, które są prezentowane na mapach, pociąga za sobą zastosowanie różnych rozwiązań graficznych. Każde zdarzenie zostaje przedstawione znakiem, mającym pewne cechy graficzne, wyrażone poprzez zmienne graficzne.

Koncepcja zmiennych graficznych wywodzi się od J. Bertina (1973, 1983). Zaproponował on rozróżnianie znaków graficznych przy użyciu sześciu zmiennych graficznych (ryc. 3), do których zaliczył:

- położenie, wyrażone dwiema współrzędnymi x, y ,
- kształt,
- wielkość,
- jasność,
- ziarnistość,
- barwę,
- orientację.

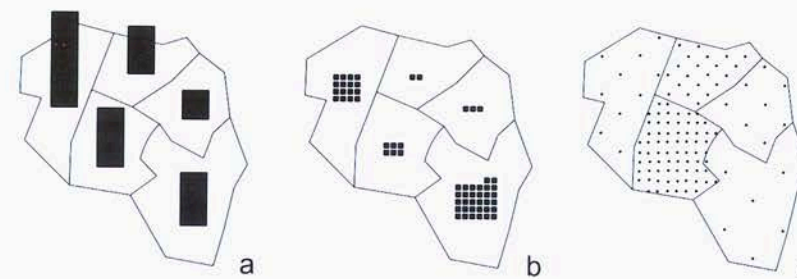
Wymieniona przez J. Bertina zmienna położenia wyraźnie różni się od pozostałych. Każdemu obiektowi na mapie można bowiem przypisać określone położenie (wyrażone dwuelementową zmienną położenia – λ, φ) oraz jakąś cechę (wyrażoną inną zmienną). Zatem położenie, jako istotna cecha mapy, jest zmienną nadrzędną w stosunku do sześciu zmiennych oznaczonych



Ryc. 3. Zmienne graficzne według J. Bertina (1973)
Fig.3. Visual variables according to J. Bertina (1973)

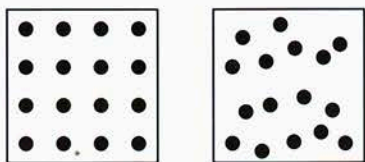
na ryc. 3. W kartografii zmienna położenia ukryta jest w odniesieniu znaku graficznego które, jak wspomniano wcześniej, wyrażone jest w układzie współrzędnych geograficznych (λ, φ). Wydzielone przez J. Bertina (1973) pozostałe zmienne graficzne mogą być, zdaniem autora koncepcji, użyte w celu zobrazowania innych cech prezentowanych obiektów.

Pierwszą z nich jest wielkość. Może być ona rozumiana na trzy sposoby: jako wielkość znaku (np. wysokość diagramu słupkowego, powierzchnia koła – ryc. 4a), jako liczba jednakowych znaków (np. kropek) ustawionych segmentowo (ryc. 4b) lub rozmieszczonych na powierzchni danej jednostki odniesienia (ryc. 4c).



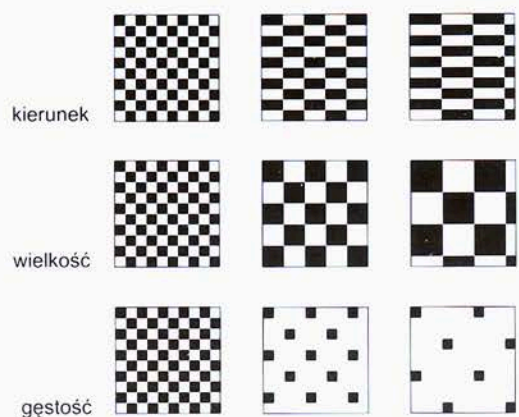
Ryc. 4. Zmienna graficzna: wielkość (na podstawie J. Bertina 1973, s. 60)
Fig.4. Visual variable: size (after J. Bertin 1973, p. 60)

Zmienną jasności J. Bertin (1973) zdefiniował jako stosunek bieli do czerni, a więc jako tę, w której różne wartości zjawiska pokazać możemy poprzez różne stopnie szarości (od bieli do czerni).



Ryc. 5. Dwa przykłady zastosowania zmiennej ziarnistości, które różnią się między sobą tylko uporządkowaniem obiektów (J. L. Morrison 1984)

Fig.5. Two examples of application of grain variable, which differ only in object placing (J. L. Morrison 1984)



Ryc. 6. Rozwinięcie zmiennej ziarnistości do trzech zmiennych: kierunku, wielkości i gęstości (J. L. Caivano 1990)

Fig.6. Development of grain variable into three variables: direction, size and density (J. L. Caivano 1990)

Ziarnistość, określana przez J. Bertina (1973) jako tekstura, to zmienna, której poszczególne stopnie zachowują jednakową proporcję bieli do czerni. Wrażenie drobno- lub gruboziarnistości otrzymuje się poprzez zmniejszanie lub powiększanie rastra, przez operowanie wielkością ziarna.

Kolejną zmienną to ton, przez J. Bertina (1973) rozumiany jako składowa barwa, odcień, kolor. W kartografii barwę definiuje się poprzez trzy atrybuty: jasność, kolor i nasycenie (A. Makowski 1979, A. H. Robinson 1971, A. H. Robinson i współautorzy 1988, K. C. Clarke 1995).

Ton (kolor) związany jest z długością fal w widzialnym spektrum elektromagnetycznym (np. $0.4 \mu\text{m}$ – kolor fioletowy, $0.5 \mu\text{m}$ – kolor niebieski,

$0.6 \mu\text{m}$ – kolor pomarańczowy). Pod pojęciem tonu kryją się powszechnie używane określenia kolorów. Mówiąc: zielony, czerwony, niebieski, żółty – myślimy właśnie o tonie.

Orientacja to zmienna, w której wykorzystujemy kierunek znaku do pokazania różnych cech badanego zjawiska.

Ostatnia z wyróżnionych przez J. Bertina (1973) zmiennych graficznych pozwala na różnicowanie prezentowanych zdarzeń kształtem (koło, kwadrat, trójkąt, prostokąt i in.).

Podana przez J. Bertina (1973) klasyfikacja zmiennych graficznych została przez kartografów uznana za użyteczną, ale dyskusyjną. Wielu autorów pisało o zmiennych graficznych, wielokrotnie podejmowano też próby ich modyfikacji. Najwięcej miejsca poświęcono dwóm zmiennym: ziarnistości i barwie. Oto wybrane propozycje modyfikacji zmiennych graficznych.

J. L. Morrison (1984, s. 46) wzbogacił klasyfikację zmiennych graficznych o dwa wyróżnienia:

- nasycenie – jako jeden z trzech atrybutów barwy (obok uwzględnionych już przez J. Bertina: tonu i jasności).

- uporządkowanie obiektów – jako rozwinięcie zmiennej ziarnistości (ryc. 5).

Dodanie zmiennej nasycenia J. L. Morrison uzasadnił tym, że techniki komputerowe pozwalają zmieniać wszystkie trzy cechy barwy: ton, jasność i nasycenie.

Nieco później J. L. Caivano (1990)³ rozważając zmienną ziarnistości, rozbudował ją o trzy dalsze zmiennie (ryc. 6):

- kierunek (stosunek długości ziarna do jego szerokości),
- wielkość,
- gęstość (stosunek powierzchni ziarna do powierzchni tła).

Warto jednak zauważyć, iż w przypadku nowej zmiennej – kierunku – mamy do czynienia po prostu z orientacją elementów. Wprowadzenie wielkości również nie jest niczym nowym, zaś zróżnicowanie gęstości ziarna to po prostu operowanie jasnością obrazu. Zatem „nowości” wprowadzane do klasyfikacji zmiennych J. Bertina (1973) są niczym innym, jak tylko odmiennym na nią spojrzeniem.

A. M. MacEachren (1995) zaproponował dodanie nowej zmiennej, którą określili mianem „klarowności” (z ang. *clarity* – czystość, klarowność). Miałaby ona składać się z trzech zmiennych, w stosunku do niej podrzędnych:

³ Poglądy J. L. Caivano przytaczam na podstawie A. M. MacEachrena (1995)

- ostrości (ryc. 7), która – moim zdaniem – nie jest zmienną graficzną, a cechą obrazu, polegającą na zmianie jego jasności, na zastosowaniu znaku wyraźnego albo rozmazanego,

- rozdzielczości (ryc. 8), którą również trudno nazwać zmienną graficzną, gdyż jest ona pochodną jakości urządzeń technicznych, używanych do wykonania mapy,

- przezroczystości (ryc. 9), będącej prostym nakładaniem i łączeniem obrazów, a nie zmienną graficzną.

Kolejną próbę rozszerzenia zmiennych graficznych i przedstawienia nowego na nie spojrzenia podjęli autorzy szóstego wydania podręcznika *Elements of cartography* (A. H. Robinson i współautorzy 1995). Wydzielili oni dwa podstawowe typy zmiennych graficznych: zmienne pierwotne i wtórne. Do pierwszych z nich zaliczyli:

- orientację,
- wielkość,
- kształt,
- jasność,
- ton (kolor),
- nasycenie.

Łatwo zauważyć, że pierwsze trzy zmiennie nie zostały zmienione, zaś trzy kolejne są zmiennymi związanymi z trzema cechami barwy, o których była już mowa. Mianem wtórnych zmiennych graficznych określono te, które wiążą się z deseniem:

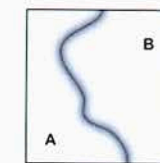
- ziarnistość,
- orientację,
- uporządkowanie.

O dwóch kategoriach zmiennych pisała również W. Żyszkowska (2000), wydzielając proste zmiennie wizualne (wielkość, kształt, orientację, kolor, jasność, układ, częstotliwość przestrzenną, kontrast i liczbę elementów) oraz zmiennie wizualne złożone (barwę, deseń i sygnatury złożone).

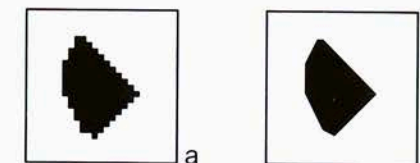
Przytoczone próby rozbudowywania klasyfikacji zmiennych graficznych J. Bertina są wynikiem dyskusji prowadzonych wśród kartografów. Wielokrotne próby udoskonalenia koncepcji J. Bertina nie zyskały dotychczas powszechnej akceptacji. Można zatem przyjąć tę koncepcję jako podstawę do dalszych rozważań.

3.3.3. Graficzny sposób prezentacji

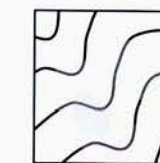
W procesie wizualizacji istotny jest też graficzny sposób prezentacji zjawiska, rozumiany jako stopień zaangażowania powierzchni mapy przez prezentowaną treść (ryc. 10). Jest on bezpośrednio związany ze sposobem występowania zjawis-



Ryc. 7. Przykład granicy z małą „ostrością”
Fig.7. Example of a 'fuzzy' border

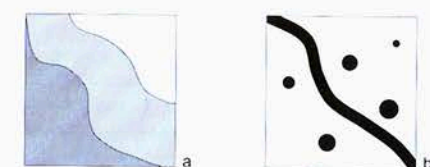


Ryc. 8. Przykład zastosowania małej (a) i dużej (b) rozdzielczości
Fig.8. Example of an application of low (a) and high (b) resolution



Ryc. 9. Przykład zastosowania przezroczystości na mapie

Fig.9. Example of application of transparency on a map



Ryc. 10. Prezentacja ciągła (a) i dyskretna (b)
Fig.10. Continuous (a) and discontinuous (b) presentation

ka. Naturalnym sposobem prezentacji zjawisk ciągłych jest bowiem prezentacja ciągła (ryc. 10a), zaś zjawiska rozproszonych – prezentacja dyskretna (ryc. 10b).

Zważając na przeznaczenie mapy można dokonać transformacji graficznego sposobu prezentacji, np. zjawiska rozproszone można przedstawić w sposób ciągły, o ile jest to działanie uzasadnione.

3.3.4. Legenda mapy

Nieodłącznym i bardzo istotnym elementem mapy, która powstaje w wyniku wizualizacji danych, jest legenda. To w legendzie autor mapy przekazuje użytkownikowi informacje o przedstawionym zjawisku: jaka jest jego struktura, jakie ma cechy. To z legendy użytkownik ma odczytać, na jakim poziomie pomiarowym wyrażone zostały prezentowane dane, czy pokazano indywidualne wartości, czy ujęto je w klasy, czy są to dane absolutne, czy względne. Prawidłowe opracowanie legendy jest więc bardzo istotnym etapem wizualizacji.

Wśród znaków przekazywanych w legendzie są intuicyjnie nam znane (np. niebieskie powierzchnie to woda, zielone to las, a większy znak oznacza więcej), są również takie, których możemy się wyuczyć korzystając z map (np. znaki na mapach topograficznych lub poziomice). Są jednak i takie, których znaczenia bez legendy nie byłoby w stanie odczytać. Legenda zatem jest

nieodłącznym elementem formy prezentacji, jest warunkiem poprawnego jej czytania.

Znak graficzny, zmienne graficzne, graficzny sposób prezentacji oraz legenda to elementy, które sprawiają, że dane dostosowane do wymagań konkretnej prezentacji stają się znakiem, nabierają cech pozwalających nazwać ów znak lub zespół znaków – formą prezentacji (np. sygnaturową, izolinii). W procesie przejścia od danych do prezentacji wizualizacja jest więc konieczna. Pozwala ona na realizację jednego z zadań kartografii, jakim jest „przełożenie” danych na specyficzną formę graficzną, jaką jest mapa.

Wynikiem poprawnego i logicznego przejścia od danych do mapy są obrazy graficzne – formy prezentacji kartograficznej, które mogą mieć różne cechy. Warto więc zastanowić się, czy każdy zbiór danych można w dowolny sposób transformować i wizualizować, czy takie postępowanie od razu doprowadzi nas do poprawnej i łatwej do użytkowania formy prezentacji kartograficznej?

Literatura

- Bertin J., 1973, *Semiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Wydanie II. Paris, Le Haye: Mouton, Gauthier-Villars.
- Bertin J., 1983, *Semiology of graphics: Diagrams, networks, maps*. Madison: The University of Wisconsin Press.
- Caivano J. L., 1990, *Visual texture as a semiotic system*. „Semiotica” Vol. 80, no. 3/4, s. 239–252.
- Chang K.-T., 1976, *Data differentiation and cartographic symbolization*. „The Canadian Cartographer” Vol. 13, no. 1, s. 60–68.
- Chang K.-T., 1978, *Measurement scales in cartography*. „The American Cartographer” Vol. 5, no. 1, s. 57–64.
- Chrisman N. R., 1998, *Rethinking levels of measurement for cartography*. „Cartography and Geographic Information Systems” Vol. 25, no. 4, s. 231–242.
- Clarke K. C., 1995, *Analytical and computer cartography*. Wydanie II. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Czerny A., Frączek I., 1983, *Jeszcze o skalach pomiarowych*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 15, nr 2, s. 81–86.
- Czerny A., 1987, *Pomiar i skale pomiarowe*. W: *Metodyka przedstawiania danych w kartografii*. III Szkoła Kartograficzna. Wrocław, s. 13–15.
- Dent, B. D., 1993, *Cartography: Thematic map design*. Wydanie IV. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers.
- Dorling D., Fairbairn D., 1997, *Mapping. Ways of representing the world*. Essex: Longman.
- Forrest D., 1999, *Geographic information: Its nature, classification, and cartographic representation*. „Cartographica” Vol. 36, no. 3, s. 31–53.
- Frączek I., 1981, *Zagadnienie skal pomiarowych w kartografii*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 13, nr 3–4, s. 126–135.

- Grygorenko W., 1970, *Redakcja i opracowanie map ogólnogeograficznych*. Warszawa: PPWK.
- Kraak M.-J., 1998, *The cartographic visualization process: from presentation to exploration*. „The Cartogr. Journal” Vol. 35, no. 1, s. 11–15.
- Kraak M.-J., Ormeling F., 1996, *Cartography. Visualization of spatial data*. Addison: Wesley Longman Limited.
- Kraak M.-J., Ormeling F., 1998, *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych*. Warszawa: Wydawn. Naukowe PWN.
- Lindsay P. H., Norman D. A., 1984, *Procesy przetwarzania informacji u człowieka. Wprowadzenie do psychologii*. Warszawa: PWN.
- MacEachren A., 1995, *How maps work. Representation, visualization, and design*. New York – London: The Guilford Press.
- MacEachren A., Kraak M.-J., 2001, *Research challenges in geovisualization*. „Cartography and Geographic Information Science” Vol. 28, no. 1, s. 3–12.
- Makowski A., 1979, *O znaczeniu atrybutów barwy w projektowaniu map*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 11, nr 1, s. 12–17.
- McCornick B., De Fanti T., Brown M., 1987, *Visualization in scientific computing*. „Computer Graphics” Vol. 21, no. 6.
- Morrison J. L., 1984, *Applied cartographic communication: map symbolization for atlases*. „Cartographica”, Monograph 31 „New insight in cartographic communication” Vol. 31, s. 44–84.
- Muehrcke P. C., 1976, *Concepts of scaling from map reader's point of view*. „The American Cartographer” Vol. 3, no. 2, s. 123–141.

- Nowa encyklopedia powszechna PWN*, 1995–1999, Warszawa: Wydawn. Naukowe PWN.
- Pasławski J., 1970, *O kartograficznej metodzie badań*. „Przegl. Geogr.” T. 42, z. 4, s. 713–719.
- Pawlak W., 1988, *Przedgraficzne stadium generalizacji mapy*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 20, nr 3, s. 125–130.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Wydanie II. Warszawa: PPWK.
- Robinson A. H., 1971, *Psychological aspects of color in cartography*. Abstract. Minneapolis. Maszynopis powielany.
- Robinson A. H., Sale R., Morrison J. L., 1978, *Elements of cartography*. Wydanie IV. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Robinson A. H., Sale R., Morrison J. L., 1988, *Podstawy kartografii*. Warszawa: PPWK.

- Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimerling A. J., Guptill S. C., 1995, *Elements of cartography*. Wydanie VI. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Spallek W., 2002, *Metody prezentacji gęstości zjawisk rozproszonych na mapach tematycznych*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 34, nr 1, s. 11–21.
- Stevens S. S., 1951, *Mathematics, measurement, and psychophysics*. W: *Handbook of Experimental Psychology*. Red. S. S. Stevens. New York: J. Wiley.
- Suppes P., Zinnes J. L., 1963, *Basic measurement theory. Handbook of mathematical psychology*. New York.
- Szaflarski J., 1965, *Zarys kartografii*. Wydanie II. Warszawa: PPWK.
- Żyszkowska W., 2000, *Semiotyczne aspekty wizualizacji kartograficznej*. „Studia Geograficzne”, T. 73. Wrocław: Wydawn. Uniwersytetu Wrocławskiego.

Recenzowała dr hab. Wiesława Żyszkowska

From data to a map Part one

Summary

In contemporary cartography, computer has become a basic tool for map elaboration. Cartographic methodology is an important branch of cartography, into which computers have made a dynamic entrance. It lists basic rules of transformation and graphical presentation of data. This article attempts to look at the methods of cartographic presentation through the eyes of the map's editor and establish conditions, which have to be fulfilled to transform a set of data into a properly prepared map. 'Cartographic presentation method' – meaning the process is differentiated from 'cartographic presentation form' – meaning the result of this process, i.e. the map.

The article follows the process of transition from data to cartographic presentation and establishes features, which allow a graphic picture to be called a cartographic presentation form.

Data is the starting point of any cartographic presentation. In the process leading from data to presentation (fig.1) there are two separate stages: data preparation (transformation) and data visualization. At the stage of

transformation the map editor can, according to the map's purpose, modify source data by changing measurement levels, data reference (point, linear, surface), its character (relative data, absolute data) and way of treating data (continuous, in intervals).

Visualization is the next step from data to a cartographic presentation form. At this stage transformed data become a graphic picture. It happens after considering the following presentation elements:

- graphical symbol,
- visual variables,
- graphical rendering,
- correctly constructed legend.

Correct and logical transfer from data through cartographic presentation method leads to a map. The effects of this transfer are graphic pictures, i.e. cartographic presentation forms. Here it should be considered, if every set of data can be freely transformed and visualized and if such procedure would lead directly to a correct and easy to use cartographic presentation form.

Translated by M. Horodyski

От данных к карте Часть I

Резюме

В современной картографии компьютер стал основным орудием, служащим для разработки карт. Важным отделом картографии, в который компьютеры вошли динамически, является картографическая методика. Она даёт основные принципы трансформации и графического изображения данных. В статье предпринята попытка взглянуть на методы карто-

графического изображения глазами автора карты и определить условия, какие должны быть выполнены, чтобы набор данных преобразовать в правильно составленную карту. Дифференцированы понятия „методы картографического изображения” – как способа действия и „формы картографического изображения” – как эффекта этого действия, т.е. карты.

Прослежен также процесс перехода от данных к картографическому изображению и определены свойства, которые должно иметь графическое изображение, чтобы можно было его назвать формой картографического изображения.

Исходным пунктом каждого картографического изображения являются данные. Во всём процессе ведущим от данных к изображению (рис. 1) рисуются отчётливо два его этапа: подготовка данных (трансформация) и визуализация данных. На этапе трансформации редактор карты может, в зависимости от её предназначения, решать о модификации исходных данных путём изменения измерительного уровня, способа отнесения данных (точечные, линейные и площадные), их характера (относительные данные, абсолютные данные), а также способа подхода (непрерывный, скачкообразный).

Визуализация является очередным этапом в процессе перехода от данных к форме картографичес-

кого изображения. На этом этапе преобразованные данные становятся графическим изображением. Это возможно после учёта следующих элементов изображения:

- отнесения графического знака,
- графических переменных,
- графического способа изображения,
- правильно построенной легенды.

Правильный и логический переход от данных через метод картографического изображения ведёт к карте. Результатом этого перехода является графическое изображение, т.е. формы картографического изображения. Следует при этом задуматься, каждый ли набор (множество) данных можно произвольным способом трансформировать и визуализировать, ведут ли такие действия сразу к правильной и лёгкой для потребителя форме картографического изображения.

Перевод Р. Толстикова